

# Dvadeset godina razvoja Odseka za softversko inženjerstvo na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu kroz četiri akreditacije

Jelica Protić  
University of Belgrade - School of  
Electrical Engineering  
Belgrade, Serbia  
jeca@etf.bg.ac.rs,  
ORCID 0000-0003-0846-0290

Tamara Šekularac Obradović  
Univerzitet u Beogradu -  
Elektrotehnički fakultet  
Beograd, Srbija  
tasha@etf.bg.ac.rs,  
ORCID 0000-0002-6929-1980

Dražen Drašković  
Univerzitet u Beogradu -  
Elektrotehnički fakultet  
Beograd, Srbija  
drazen.draskovic@etf.bg.ac.rs,  
ORCID 0000-0003-2564-4526

Aleksa Srbljanović  
Univerzitet u Beogradu -  
Elektrotehnički fakultet  
Beograd, Srbija  
aleksas@etf.bg.ac.rs,  
ORCID 0000-0002-9937-0073

Igor Tartalja  
Univerzitet u Beogradu -  
Elektrotehnički fakultet  
Beograd, Srbija  
tartalja@etf.bg.ac.rs,  
ORCID 0000-0003-2334-6517

Uroš Romić  
Univerzitet u Beogradu -  
Elektrotehnički fakultet  
Beograd, Srbija  
uros.romic@etf.bg.ac.rs,  
ORCID 0009-0003-3989-3520

Boško Nikolić  
Univerzitet u Beogradu -  
Elektrotehnički fakultet  
Beograd, Srbija  
nbosko@etf.bg.ac.rs,  
ORCID 0000-0003-1142-9243

**Abstract** - Od osnivanja Odseka za softversko inženjerstvo na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu 11. maja 2004. godine pa sve do danas, ovaj Odsek je rastao i razvijao se paralelno sa IT industrijom Republike Srbije i matičnim Elektrotehničkim fakultetom. Akreditovan je četiri puta, 2008, 2013, 2017. i 2024. godine. Na njemu je diplomiralo 932 studenta, od kojih su sedmoro doktorirali na istom fakultetu, a devetoro na prestižnim univerzitetima kao što su MIT, EPFL, ETH Cirihi i drugi. Broj studenata koji se upisuju je od početnih 43 porastao na 180 po važećoj akreditaciji. U ovom radu analizirani su uslovi pod kojima je Odsek za softversko inženjerstvo nastao, unapređenja studijskog programa i akreditacione parametre kroz četiri ciklusa akreditacije, a prikazana je i saradnja sa IT kompanijama, kroz pregled obavljenih stručnih praksi studenata. Koristeći ChatGPT analizirane su teme i tehnologije u kojima su rađeni diplomski radovi, na osnovu naslova tih diplomskih radova.

**Ključne reči** - softversko inženjerstvo, osnovne akademske studije, akreditacija, IEEE/ACM preporuke, ChatGPT, uspešnost studiranja

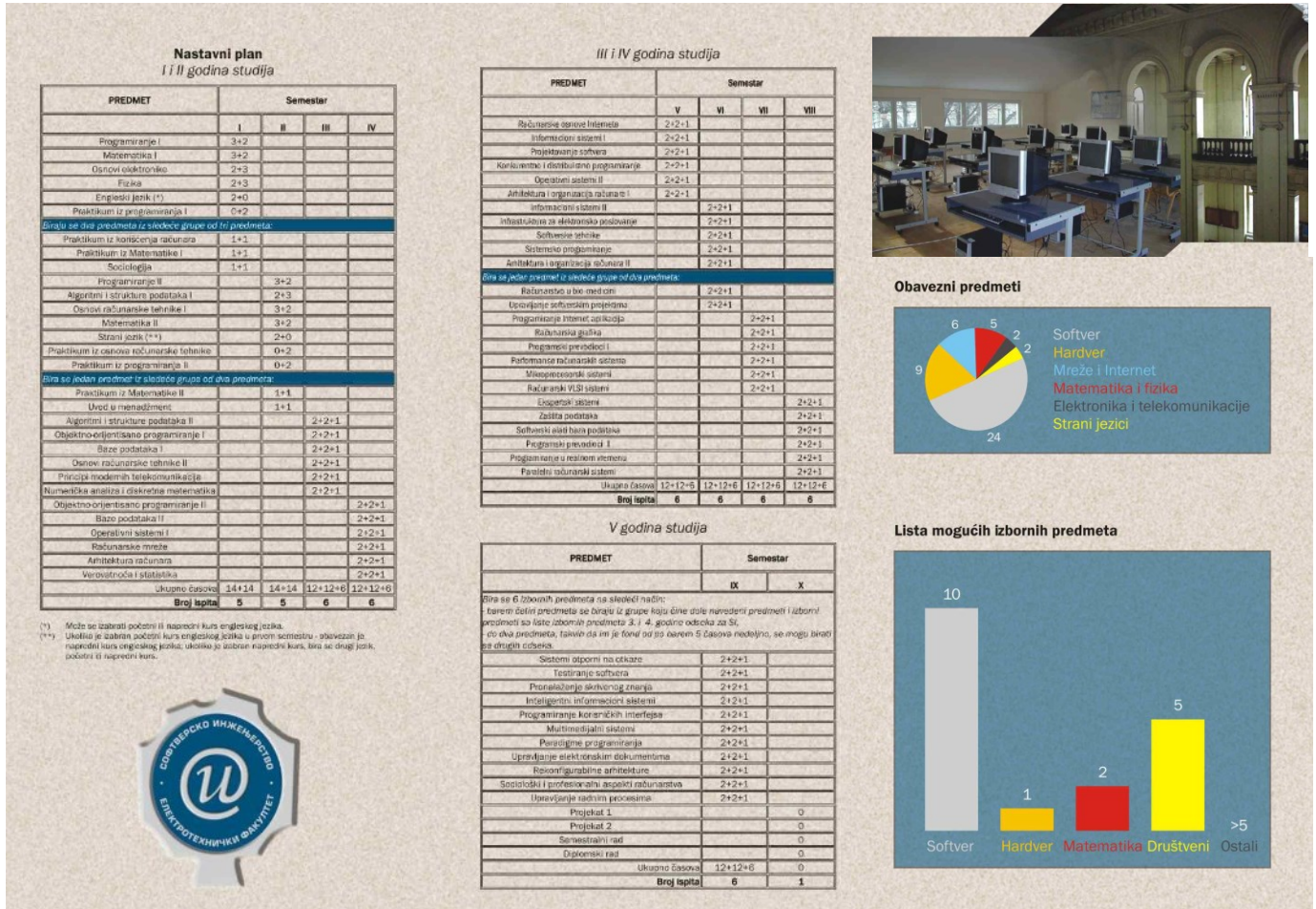
## I. UVOD

U sklopu šire reforme studija na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, prvenstveno sa ciljem prilagođenja preporukama Bolonjskog procesa, 2003. godine je značajno reformisan nastavni proces na odseku Računarska tehnika i informatika (skr. RTI) na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Iste godine, Katedra za računarsku tehniku i informatiku predložila je Fakultetu uvođenje novog programa pod nazivom Softversko inženjerstvo (skr. SI), pored postojećeg programa Elektrotehnike i računarstva, na kome je prva godina bila zajednička, a zatim su studenti od druge godine birali jedan od 6 odseka prema

procentualnim kvotama. U tom trenutku već su bile vidljive rastuće potrebe privrede za stručnjacima iz oblasti računarskog softvera, a interesovanje za upis na odsek RTI bilo je značajno veće od raspoložive upisne kvote, u duhu opšteg porasta interesovanja za ovu vrstu studija [1]. Kao prirodno rešenje nametnulo se osnivanje novog odseka prevashodno okrenutog razvoju softvera, sa posebnom, dodatnom kvotom, ali bez oduzimanja budžetskih mesta od postojeće kvote za program Elektrotehnika i računarstvo, koja je i tada, a i danas, iznosila 400 budžetskih mesta. Osnovni strateški ciljevi koje je trebalo da ostvari novi studijski program bili su sledeći:

- omogućavanje vrhunski kvalitetnog školovanja budućim inženjerima softvera na fakultetu sa dugom tradicijom obrazovanja u oblasti računarstva i kompetentnim nastavnim kadrom;
- privlačenje najboljih kandidata ponudom što boljih uslova, koji u to vreme nisu bili rasprostranjeni, kao što su isključivo jednosemestralni predmeti, veći broj predispitnih obaveza (kolokvijuma, domaćih zadataka i projekata), opremljene laboratorije i učionice savremenom opremom, sve učionice opremljene za elektronske prezentacije, nastavni materijal na sajtovima svih predmeta i drugo;
- prilagođavanje Fakulteta aktuelnim potrebama društva za stručnjacima u novim i atraktivnim tehnologijama.

Princip pri formiranju nastavnog programa novog odseka bio je da se prostor stvoren smanjenjem sadržaja iz elektrotehničke struke u užem smislu popuni sadržajem predmeta iz oblasti softvera, uz bolju motivaciju i angažovanje studenata [2].



Sl. 1. Elementi nastavnog plana, raspodele predmeta i vizuelni simbol Odseka za softversko inženjerstvo iz 2004. godine

Osnovu programa činili su predmeti koji su se već nalazili u programu reformisanog odseka RTI. Neki predmeti koji se do tada nisu negovali na fakultetu, a nalazili su se u preporukama organizacija *IEEE CS* i *ACM* za formiranje kurikuluma računarskih profila i predavali se na vodećim svetskim univerzitetima, bili su uvršćeni u program. Najveći broj predmeta bio je orijentisan ka kombinovanju apstraktnih konceptata sa praktičnim znanjima i veštinama. Slika 1 prikazuje strukturu obaveznih i izbornih predmeta nastavnog plana Odseka za SI u osnivanju.

U radu je dat osvrt na osnivanje Odseka za softversko inženjerstvo, a zatim je analiziran uspeh studenata, izneti interesantni podaci iz četiri akreditacije studijskog programa, opisana važnija saradnja sa privredom i analizirane teme diplomskih radova uz pomoć generativne veštačke inteligencije.

## II. OSNIVANJE ODSEKA ZA SOFTVERSKO INŽENJERSTVO

Odluka o osnivanju novog Odseka za softversko inženjerstvo doneta je na Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta 11. maja 2004. godine, sa tesnom većinom od samo jednog glasa. Pripreme za upis prve generacije počele su odmah, pa se pristupilo pripremi štampanih materijala. Napravljen je flajer na kome je prvi put odštampan nastavni plan, kao i simbol na grbu koji asocira na znak @ i ćirilčno SI, po ideji prof. dr Igora Tartalje. Elementi iz prvog flajera prikazani su na Slici 1. Prvi šef Odseka za SI bio je prof. dr Dušan Velašević, koji je na žalost preminuo u jesen 2004. godine, te je prof. Tartalja preuzeo rukovođenje Odsekom, dočekao prvu generaciju studenata i u

ranim fazama njegovog razvoja brinuo o mnogim aspektima, od programskih, preko materijalno-tehničkih do organizacionih. U narednim godinama, šefovi Odseka bili su prof. dr Dragan Milićev, prof. dr Miroslav Bojović i prof. dr Boško Nikolić. Veliku podršku nastanku i razvoju Odseka dao je dekan u vreme osnivanja prof. dr Branko Kovačević. Za probleme upisa, studentska pitanja, a kasnije i za akreditaciju bila je zadužena prof. dr Jelica Protić, kao tadašnji prodekan za nastavu. U to vreme akreditacija još uvek nije postojala, tako da se nisu razdvajale osnovne akademske i master akademske studije, već se program navodio za pojedine godine osnovnih studija, od prve do pete. Nastavni plan i stručno zvanje usvajao je Univerzitet u Beogradu, pa je odlučeno da svršeni studenti ponesu zvanje diplomirani inženjer softvera, kao što važi i danas. Za održavanje nastave predviđena je jedna učionica za predavanja (sala 61, koja je već bila moderno opremljena za nastavu za strane studente) i jedna učionica za vežbe na računarima, koja je potpuno rekonstruisana (sala 60 za koju je izrađen kompletan nameštaj po meri, urađena mrežna infrastruktura i nabavljena nova oprema).

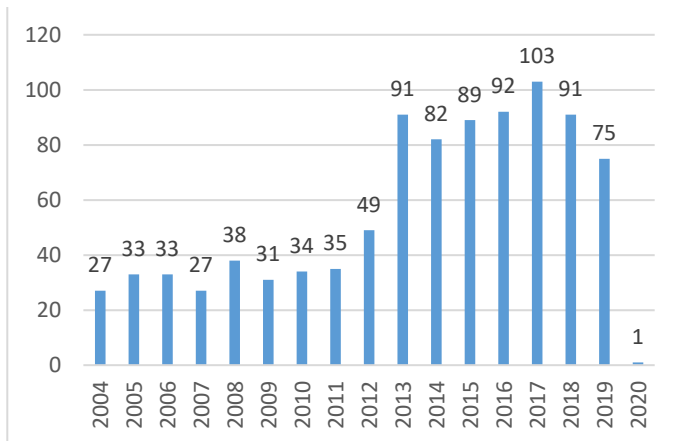
## III. STUDENTI

U prvoj generaciji 2004. godine upisana su samo 43 samofinansirajuća studenta (konkurs je bio raspisan za 60 mesta). Vreme za obaveštavanje potencijalnih studenata i promotivnu kampanju bilo je izuzetno kratko, a prvi oglas objavljen je na naslovnoj strani dnevnog lista „Politika”. U junskom roku je upisano 38 studenata i tri studentkinje, još jedan student je upisan u septembarskom upisnom roku, a jedan student je prešao sa Odseka za računarsku tehniku i informatiku.

This research was supported by the Science Fund of the Republic of Serbia, Grant No 11113, Software for Text Offences Prevention in Serbian: AI-driven Hate Speech Detection - STOP.

This work was financially supported by the Ministry of Science, Technological Development and Innovation of the Republic of Serbia under contract number: 451-03-65/2024-03/200103.

Već tada su se jasno sagledavale društvene potrebe za školovanjem značajno većeg broja inženjera softvera, koje su diktirale i povećanje broja nastavnika, a prvenstveno saradnika na koje je u najvećem delu padao teret neposrednog praktičnog rada sa studentima.



Sl.2 Broj diplomiranih po upisanim generacijama

Stalni problem, ali i prednost ovog studijskog programa predstavlja činjenica da studenti počinju da se zapošljavaju ili odlaze na duže stručne prakse već od druge godine studija, te je prosečno vreme završetka studija produženo, a neki i odustaju od završetka studija privučeni dobrim uslovima koje im nude kompanije. Na slici 2 je dat pregled broja diplomiranih studenata po godinama upisa. Prosečno vreme završetka osnovnih studija kod diplomiranih softverskih inženjera bilo je 55.88 meseci, odnosno 4 godine i oko 8 meseci.

Studenti su do sada upisani u 20 generacija, u skladu sa akreditacionim kvotama. Neki studenti su prelazili sa drugih odseka pod uslovima predviđenim Pravilnikom o osnovnim akademskim studijama. Određenom broju studenata je isteklo dozvoljeno vreme studiranja (po prethodnom Zakonu to je 8, a po važećem Zakonu 12 godina, za četvorogodišnje studije), ali su se oni ponovo upisivali, sa novim brojem indeksa. Broj upisanih studenata po generacijama, koji uključuje višestruke upise i prelaznike, prikazan je u Tabeli I.

TABELA I. UPISI STUDENATA PO GENERACIJAMA

Godina	Broj	Godina	Broj	Godina	Broj
2004	43	2011	63	2018	183
2005	60	2012	73	2019	185
2006	60	2013	134	2020	186
2007	60	2014	127	2021	181
2008	61	2015	134	2022	185
2009	49	2016	138	2023	194
2010	62	2017	195		

Studenti Odseka za SI pokazali su izuzetan kvalitet, o čemu svedoči velika potražnja industrije za ovim kadrovima. Više od 100 diplomiranih studenata sa ovog odseka trenutno radi u velikim međunarodnim kompanijama kao što su *Google*, *Amazon*, *Meta*, *Nvidia*, *Volvo*, ali i u najvećim domaćim kompanijama. Od diplomaca Odseka za SI njih sedmoru je doktoriralo na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, dok je još njih devetoro doktoriralo na prestižnim inostranim univerzitetima. Na matičnom Elektrotehničkom fakultetu su doktorirali: Dražen Drašković (2018, SI), Bojan Banjac (2019, PMT), Miloš Pavković (2021, SI), Dejan Dunderski (2022, SI),

Miloš Kotlar (2022, RTI), Vladimir Jocović (2023, SI) i Maja Vukasović (2024, SI), gde je SI modul Softversko inženjerstvo, PMT modul Primenjena matematika, a RTI modul računarska tehnika i informatika na doktorskim akademskim studijama. Diplomci Odseka za SI koji su doktorirali u inostranstvu, prema poznatim informacijama autora, prikazani su u Tabeli II.

Važno je još napomenuti da je na Katedri za računarsku tehniku i informatiku zaposleno 14 nastavnika i saradnika koji su diplomirali na Odseku za SI, dok ih je još 6 zaposleno u Računskom centru. Najstariji je vanredni profesor dr Dražen Drašković, prvi upisani student na Odseku, a nedavno su izabrana i dva docenta, dr Vladimir Jocović i dr Maja Vukasović.

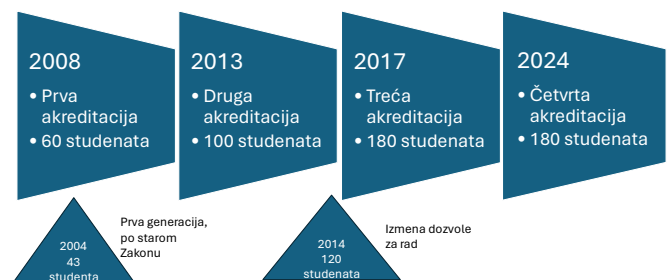
TABELA II. STUDENTI KOJI SU DOKTORIRALI U INOSTRANSTVU

Ime i prezime studenta	God. završetka	Univerzitet na kome je student doktorirao
Vuk Janjić	2015	Imperial College London, Velika Britanija
Petar Jovanović	2016	Univ. Politècnica de Catalunya, Španija, i Université Libre de Bruxelles, Belgija
Jovan Varga	2017	Univerzitat Politècnica de Catalunya, Španija, i Aalborg Universitet, Danska
Darko Đurišić	2017	University of Gothenburg, Švedska
Jelena Škoručak	2017	ETH Zurich, Švajcarska
Jasmina Duštinac	2019	EPFL, Švajcarska
Bojan Karlaš	2022	ETH Zurich, Švajcarska
Marija Stanojević	2023	Temple University, SAD
Ivan Kuraj	2024	MIT-Massachusetts Institute of Technology, SAD

#### IV. AKREDITACIJA

Proces akreditacije uveden je Zakonom o visokom obrazovanju iz 2005. godine. Elektrotehnički fakultet u Beogradu dobio je svoju prvu akreditaciju 9.5.2008 godine, a tada je akreditovan i studijski program osnovnih akademskih studija SI, za upisnu kvotu od 60 studenata. Prema tadašnjim propisima akreditacioni ciklus je trajao 5 godina, te je naredna akreditacija dobijena 13.9.2013. godine, sa kvotom od 100 mesta, usled povećanog interesovanja studenata. Ipak, nije bilo upisa prema kvoti od 100 mesta, već je ubrzo zahtevana i 2014. godine dobijena Izmena dozvole za rad sa povećanjem kvote na 120 mesta. Ova izmena zahtevala je opremanje novih učionica na trećem spratu zgrade Elektrotehničkog fakulteta, te se tako nastava na dalje izvodila i u salama 308, 309 i 311, a potom i računarskim salama 314 i 315.

Interesovanje države za povećanje broja IT stručnjaka dovelo je do sledećeg povećanja upisne kvote iz 2017. godine na 180 mesta, na inicijativu Vlade Republike Srbije. Tom prilikom je dobijen novi amfiteatar i još jedna manja učionica u poslovnoj zgradi „Lola“ u neposrednoj blizini Fakulteta.



Sl. 2 Izmene upisne kvote u različitim akreditacijama

Treća akreditacija dobijena je 19.5.2017. godine. U međuvremenu je došlo do promene Zakona, koja je donela sedmogodišnji akreditacioni ciklus. Najnovija akreditacija je rađena tokom 2023. godine, dobijena je 26.3.2024. godine, a donela je osavremenjavanje svih predmeta, uz dodatne predmete iz oblasti dubokog učenja, zaštite podataka, upravljanja projektima i preduzetništva. U periodu od prve akreditacije dobijene 2008. godine do akreditacije 2024. godine menjao se broj nastavnika, saradnika i predmeta, a menjao se i rastao i broj angažovanih u nastavi sa Katedre za računarsku tehniku i informatiku, koja je nosilac ovog studijskog programa. Pregled ovih pokazatelja po akreditacijama dat je u Tabeli III.

TABELA III. BROJ ANGAŽOVANIH U NASTAVI NA STUDIJSKOM PROGRAMU SOFTVERSKO INŽENJERSTVO

Akreditacija (godina)	Ukupno nastavnika	Ukupno saradnika	RTI nastavnika	RTI saradnika	Predmeta
2008	26	20	11	7	60
2013	31	29	15	13	69
2017	45	25	16	14	73
2024	50	35	16	20	80

## V. KOMPANIJE I STRUČNE PRAKSE

Od početka rada Odseka za SI kompanije su pokazivale interes da pomognu ovaj Odsek na različite načine. U prvim godinama, kada nije bilo budžetskih mesta, Elektrotehnički fakultet je oslobađao plaćanja školarine 10 kandidata sa vrha rang liste, a kompanije su davale stipendije za školarinu onim studentima koji su, sa malom razlikom u broju bodova, ostajali ispod desetog mesta. Kompanije su takođe donirale vrednu opremu, od servera do opremanja čitavih računarskih učionica. Mnoge studije pokazuju da je ključ uspeha ove vrste programa upravo saradnja sa kompanijama i razumevanje njihovih potreba [3-9].

Povodom 20 godina od osnivanja dodeljene su plakete i zahvalnice kompanijama za posvećenost razvoju Odseka za SI, stipendiranju studenata i drugim donacijama. Plakete su dobile kompanije *Endava* i *Nordeus*, dok su zahvalnice uručene predstavnicima kompanija *ASEE Solutions*, *Axians Serbia*, *BEterna*, *Comtrade Group*, *Decenter*, *ELSYS Eastern Europe*, *Ericsson*, *Eviden Southeast Europe*, *Foursquare Labs*, *Institut Mihajlo Pupin*, *IRITEL*, *LEVI 9 GLOBAL SOURCING BALKAN*, *LOGO*, *MERIT SOLUTIONS*, *Microsoft Development Center Serbia*, *PARAGRAF LEX*, *TELEGROUP*, *Telekom Srbija*, *TomTom*, *VAST.COM* i *Zühlke Engineering*. Donacije su organizovane kroz sistem partnerskih paketa Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu [11].

Stručna praksa predstavlja značajan element za sticanje novih znanja, ali je često i dobro plaćena. Stručna praksa koja je po akreditacionim pravilima u ranijim verzijama programa nosila 2 ESPB, sada nosi 3 ESPB za najmanje 90 sati rada, a često se u realnosti produžava na čak 3 do 6 meseci. Studenti se javljaju na različite prakse, od kojih se samo jedna zvanično evidentira. Studenti godinama odlaze i na stručne prakse u inostranstvo, u kompanije kao što su *Google* ili *Nvidia*, kao i na letnje prakse posvećene naučnoistraživačkom radu na uglednim svetskim univerzitetima, kao što su *Rice University*, *Houston*, i *Texas A&M University* u SAD.

U ovom radu su analizirane prijavljene stručne prakse za koje su diplomirani studenti svih generacija stekli ESPB kredite. Sigurno je da je obavljen mnogo veći broj stručnih praksi, ali su

samo prijavljene prakse ušle u dodatak diplome svakom studentu. Pokazuje se da za devetnaest firmi ima po pet ili više ovakvih praksi. Elektrotehnički fakultet ima najveći broj obavljenih praksi, čak 175, kroz studentski rad u stručnim laboratorijama ili rad u demonstratorskom timu, jer je posebno u doba pandemije COVID-19 bitno izmenjen režim studija [10] i najviše praksi obavljano na našem Fakultetu. Uloga demonstratora je izuzetno značajna u nastavnom procesu Odseka za SI i svake godine Katedra za RTI angažuje oko 100 demonstratora, starijih studenata koji pomažu u odbranama projekata i domaćih zadataka, čime se ostvaruje neposredna povratna sprega i kontrola u realizaciji praktičnog rada studenata. Najveći broj industrijskih praksi, preko 100, ima Razvojni centar Microsoft-a u Beogradu, koji se u evidenciji pojavljuje pod različitim imenima. Promena imena firmi unekoliko je otežala ovu analizu, pa se na primer kompanija PS Tech koja je od početka podržavala Odsek za SI sada pojavljuje pod imenom Endava. Zbirni pregled prijavljenih stručnih praksi prikazan je u Tabeli IV.

TABELA IV. KOMPANIJE SA NAJVIŠE STRUČNIH PRAKSI

Kompanija u kojoj je obavljena praksa	Br. studenata
Microsoft Software d.o.o. Belgrade	108
Nordeus	24
Endava d.o.o., Beograd	17
Comtrade Solutions Engineering d.o.o., Beograd	15
SAGA d.o.o. Beograd	12
Assecos SEE d.o.o., Beograd	11
RT-RK d.o.o., Novi Sad	11
GL Trade Software d.o.o. Beograd	10
Gecko Solutions d.o.o.	9
MSG Global Solutions South East Europe d.o.o., Beograd	7
Teletrader d.o.o., Beograd	7
Ubisoft d.o.o., Beograd	7
Infobip d.o.o., Beograd	6
Quiddita d.o.o., Beograd	6
Telekom Srbija a.d.	6
Zühlke Engineering d.o.o., Beograd	6
SYRMIA d.o.o., Novi Sad	6
Red Black Tree d.o.o., Čačak	5
HTEC d.o.o. Beograd	5

Nakon osnivanja Odseka, nastavnici i saradnici katedre za RTI su uzeli učešće u nekoliko evropskih projekata iz programa Horizon 2020/Horizon Europe, Erasmus+ K2 i EUREKA, kao i nacionalnih projekata kod Fonda za nauku Republike Srbije i Fonda za inovacionu delatnost. U projektu „European Federation of Data Driven Innovation Hubs“, naša laboratorija za analizu podataka i primenu veštačke inteligencije postala je od 2022. godine jedan od centara evropske federacije inovativnih laboratorija za podatke – „Belgrade Data Innovation Hub“, prvi takve vrste u Jugoistočnoj Evropi. Cilj tog projekta je da u zajedničkom evropskom ekosistemu velikih skupova podataka budu formirani zajednički katalozi sa uslugama



(servisima) i skupovima podataka, a da laboratorije učestvuju u različitim eksperimentima nad podacima, u saradnji sa drugim laboratorijama i malim i srednjim preduzećima. Takođe, u sklopu projekta počele su da se realizuju nedelje podataka širom Evrope. U okviru trogodišnjeg Erasmus+ projekta „Information Security Services Education in Serbia“ (ISSES), formirana je laboratorija za informacionu bezbednost i dva nova predmeta na master akademskim studijama iz te oblasti: Razvoj bezbednog softvera i Zaštita računarskih sistema i mreža. Napisana su i dva udžbenika. Projekat „Nova rešenja u razvoju softvera zasnovana na sličnosti tekstova“ (AVANTES) bio je plod saradnje članova katedre za RTI i kolega sa Filološkog fakulteta, u okviru programa za razvoj veštačke inteligencije kod Fonda za nauku. Takođe, trenutno je u toku projekat „Softver za prevenciju tekstualnih uvreda na srpskom jeziku: Otkrivanje govora mržnje pomoću veštačke inteligencije“ [12].

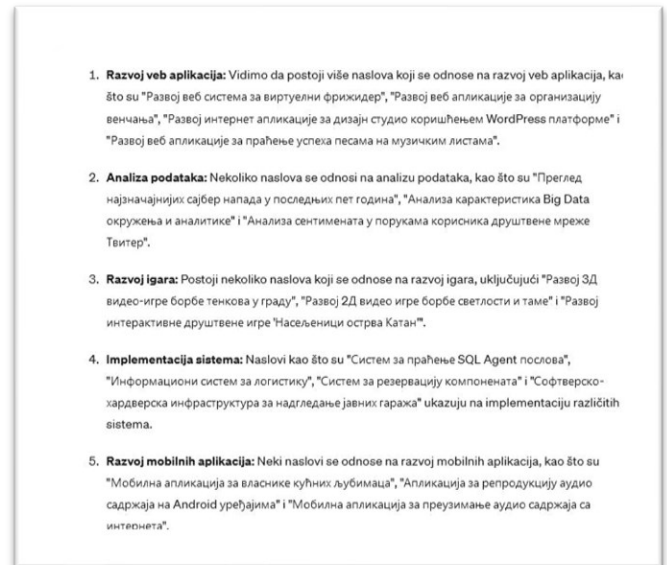
U prethodnih par godina nastavnici i saradnici Odseka za SI su realizovali dva projekta bilateralne saradnje sa Slovenijom, sa Fakultetom za računarstvo i informatiku iz Ljubljane, jedan projekat bilateralne saradnje sa Hrvatskom, sa Fakultetom elektrotehnike i računarstva iz Zagreba, zatim ostvarili saradnju sa Nacionalnim univerzitetom u Singapuru, kroz projekat "Modelovanje grešaka prilikom upisa u DNK, koristeći tehnike mašinskog učenja" i sa Univerzitetom Temple iz Sjedinjenih Američkih Država. Kroz program saradnje nauke i privrede Fonda za inovacionu delatnost, finansiran je projekat CoCos.ai - distribuirani softverski sistem zasnovan na mikroservisima u oblaku, koji čuva privatnost pri obučavanju modela na poverljivim skupovima podataka. U programu Ministarstva prosvete za razvoj visokog obrazovanja, nastavnici i saradnici sa Odseka za SI bili su nosioci sledećih projekata: "Softversko inženjerstvo i nove računarske tehnologije" (SINTRA), "Reorganizacija i unapređenje nastave iz oblasti programiranja" (RePROGRAM), "Informacione tehnologije i elektronsko poslovanje" (EDITE), i "Inovacija grupe predmeta iz oblasti računarskih mreža, interneta i zaštite podataka" (RMZP). Kroz te projekte reformisan je veći broj kurikuluma predmeta, uvedena veća praktična nastava kroz praktične projekte i domaće zadatke, i napisan veći broj udžbenika. Glavni rezultati ovih projekata prikazani su na nacionalnim i internacionalnim konferencijama [13-16].

Studentima Odseka za SI omogućili smo pristup najčešće korišćenim softverskim paketima koje koristimo u nastavi. Od avgusta 2023. godine potpisan je sporazum o saradnji i pristupu akademskom programu kompanije Amazon, čime su nastavnici i studenti dobili pristup resursima u oblaku i velikom broju stručnih materijala i kurseva. Od ranije Fakultet ima pristup i akademskim programima kompanija Microsoft, IBM i Atlassian. U prethodne tri godine uspešno je uspostavljen i klub programera za studente kroz akademski program kompanije Google - Google Developer Student Club, koji vode trenutni studenti Odseka za SI.

## VI. DIPLOMSKI RADOVI I NJIHOVA TEMATIKA

Diplomski rad predstavlja krunu studija, ali i opredeljenje kandidata za određenu tematiku, tehnologije i probleme koje će rešavati. Elektrotehnički fakultet čuva podatke o temi diplomskog rada, počev od osnivanja Odseka za SI na srpskom jeziku, a od 2016. godine na srpskom i engleskom jeziku. Za potrebe analize trendova u ovom radu izdvojeni su svi naslovi

diplomskih radova na srpskom jeziku, koje je uradilo 932 diplomiranih studenta i zadali sistemu veštačke inteligencije ChatGPT (besplatna verzija 3.5) seriju naslova sa odgovarajućim upitom. Odziv koji smo dobili prikazan je na slici 4 i veoma je zadovoljavajući, iako predstavlja grubu analizu tema pokrivenih diplomskim radovima. Međutim, dalja kvantitativna analiza nije bila od koristi, jer su razdvojeno brojane reči koje predstavljaju opšte pojmove u različitim oblicima (npr. softver/softvera). Pošto u bazi postoji svega četvrtina naslova diplomskih radova na engleskom jeziku, u upitu je zahtevano da ChatGPT pre analize prevede naslove na engleski jezik, a zatim da izdvoji dominantne teme i prikaže njihovu zastupljenost. Odziv koji smo dobili prikazan je na slici 4 i daje grubu, ali očekivanu raspodelu pokrivenosti pojedinih tema.



Sli. 4. Analiza naslova diplomskih radova pomoću ChatGPT

ChatGPT je iz ukupnog teksta svih naslova diplomskih radova izdvojio imena sledećih pojmova, odnosno programskih jezika, radnih okvira (eng. *framework*), okruženja: *Ruby on Rails*, *Java*, *SQL*, *CUDA*, *Python*, *Node.js*, *JavaScript*, *React*, *Kubernetes*, *Docker*. Izdvojene tehnologije su: *Web*, *Mobile*, *Cloud*, *IoT*, *Blockchain*, *AI*, *ML*, *VR*. Izdvojene su i sledeće metodologije: *Process Mining*, *Lean Six Sigma*, *Agile*. Proverom je utvrđeno da nazivi zaista postoje u temama diplomskih radova. Dalja analiza je vršena po vremenskim periodima. U ranim godinama (2008-2012) akcenat je na bazičnim tehnologijama - *Java*, *SQL*, i *Ruby on Rails*. Radovi uključuju izradu veb i mobilnih aplikacija.

TABELA V. KATEGORIJE RADOVA I REČI U NASLOVIMA

Kategorija	Broj	Ključne reči
Web Development	30	JavaScript, Angular, Node.js, React, PHP, GraphQL
Mobile Development	20	Android, iOS
Data Science and Machine Learning	25	AI, ML, Python, TensorFlow, Keras
Cloud Computing	15	AWS, Azure, GCP
Blockchain	10	Blockchain, Cryptocurrency
IoT and Embedded Systems	12	IoT, Arduino
Game Development	18	Unity, VR
DevOps and Containerization	10	Kubernetes, Docker
Cybersecurity	8	Cryptography, SSL, TLS

U periodu 2013-2018. godine raste interes za mobilne aplikacije (Android, iOS), moderne veb tehnologije (Angular, Node.js, React), a raste i zastupljenost tema iz oblasti veštačke inteligencije, mašinskog učenja i analize velikih skupova podataka. Pojavljuju se teme vezane za internet stvari. U novijem periodu, od 2019. do 2023. godine, teme iz mašinskog učenja i veštačke inteligencije su još prisutnije, a pojavljuju se i teme iz blokčejn tehnologija. Na značaju dobijaju interaktivne aplikacije i VR. Kategorije radova i ključne reči sa njihovom učestanošću date su u tabeli V za svih devet prepoznatih kategorija.

## VII. ZAKLJUČAK

U radu je opisan razvoj Odseka za SI tokom dvadeset godina postojanja na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu. Od skromnih početaka sa svega 43 upisana studenta i bez budžetskih mesta, do danas je ovaj odsek postao vrhunski studijski program dizajniran u skladu sa svetskim standardima i preporukama vodećih međunarodnih organizacija IEEE i ACM. Saradnja sa kompanijama pokazala se kao važan izvor kvaliteta i aktuelnosti studijskog programa, a njegova naučno-stručna relevantnost potvrđena je uspehom diplomaca koji su doktorirali, kao i onih koji su se zaposlili u vodećim akademskim ustanovama. Porast broja nastavnika i saradnika ne prati dovoljno porast broja studenata, na čemu bi trebalo dodatno raditi. Analiza tema diplomskih radova pokazala je da su studenti u stanju da se prilagođavaju aktuelnim oblastima, temama i tehnologijama.

Kao zadatak za budući rad preostaje da se studenti motivišu da ne odustaju od studija ni u slučajevima kada je njihovo zaposlenje zadovoljavajuće i perspektivno. Konačno, razvoj struke sa pojavom novih atraktivnih i perspektivnih disciplina, uz probleme koje nosi veliki broj izbornih predmeta na studijama softverskog inženjerstva uz skromne prostorne resurse, ukazuje na potrebu za dubljim analizama mogućih organizacionih ideja vezanih za uvođenje uže profilisanih smerova na višim godinama osnovnih studija.

## REFERENCE/LITERATURA

- [1] M. Savić, M. Ivanović, I. Luković, B. Delibašić, J. Protić and D. Janković, "Students' Preferences in Selection of Computer Science and Informatics Studies - A Comprehensive Empirical Case Study," *Computer Science And Information Systems - COMSIS*, vol. 18, no. 1, pp. 251-283, Jan. 2021.
- [2] S. Ouhbi S and N. Pombo, "Software engineering education: Challenges and perspectives," in 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 202-209, Apr. 2020.
- [3] D. Akdur, "Analysis of software engineering skills gap in the industry," *ACM Transactions on Computing Education*, vol. 23, no. 1, pp. 1-28, Dec. 2022.
- [4] O. Cico, L. Jaccheri, A. Nguyen-Duc and H. Zhang, "Exploring the intersection between software industry and Software Engineering education-A systematic mapping of Software Engineering Trends," *Journal of Systems and Software*, vol. 172, 110736, Feb. 2021.
- [5] A. Siddique, G. M. Butt, A. Zahid, Q. N. Naveed and M. T. -H. Alouane, "Analyzing Software Industry Trends to Improve Curriculum," in *IEEE Access*, vol. 12, pp. 22510-22523, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3362244.
- [6] D. Oguz and K. Oguz, "Perspectives on the Gap Between the Software Industry and the Software Engineering Education," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 117527-117543, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2936660.
- [7] B. Tenbergen, S. Krusche, R. Hanna and M. Bano, "Software Engineering Education and Training: Industry Demands, Curriculum Deficits, and Pedagogy Direction," in *IEEE Software*, vol. 40, no. 6, pp. 36-39, November-December 2023, doi: 10.1109/MS.2023.3318268.

- [8] S. S. Rathore, S. Tiwari and S. U. Farooq, "Workshop Report on Emerging Software Engineering Education," in *Proceedings of the 17th Innovations in Software Engineering Conference*, pp. 1-2, February 2024.
- [9] S. Sultana, J. D. Kiper, B. Auernheimer and G. Singh Walia, "Keeping Software Engineering Curriculum Relevant," in *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, vol. 2, pp. 1939-1939, March 2024.
- [10] D. Drašković, T. Šekularac, A. Srbljanović, B. Nikolić, J. Protić, M. Cvetanović, P. Ivaniš and M. Tomašević, "Novi pristupi u daljinskoj nastavi i radu stručnih tela Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu tokom pandemije Covid-19," XXVII skup Trendovi razvoja - "Onlajn nastava na univerzitetima," pp. 6-11, Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad (MS Teams platforma), Feb. 2021.
- [11] M. Mišić, K. Jovanović, D. Drašković, M. Žarković, M. Tomašević, "Godine partnerstva: saradnja sa privredom na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu u periodu 2016-2021.," 28. skup Trendovi razvoja: "On-line nastava na univerzitetima," pp. 24-27, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija, Feb. 2022.
- [12] D. Drašković, V. Jocović, A. Milaković, M. Mićović, U. Radenković, J. Cincović, "Otkrivanje govora mržnje vođeno veštačkom inteligencijom," *Zbornik radova konferencije "YU INFO 2024,"* (u štampi), Informaciono društvo Srbije, Kopaonik, Srbija, Mar. 2022.
- [13] D. Drašković, J. Cincović, D. Mijailović, M. Vukasović, V. Jocović and A. Milaković, "Predviđanje uspeha studenata studijskog programa Softversko inženjerstvo tehnikama mašinskog učenja," *Zbornik radova konferencije "YU INFO 2020,"* pp. 219-224, Informaciono društvo Srbije, Kopaonik, Srbija, Mar. 2020.
- [14] M. Mišić, V. Jocović, J. Đukić, M. Prodanov, A. Srbljanović, M. Obradović, J. Protić, "Programski jezik Python u nastavi programiranja na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu - izazovi i rešenja," 27. skup Trendovi razvoja: "On-line nastava na univerzitetima," pp. 245-248, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Novi Sad, Srbija, Feb. 2021.
- [15] A. Milaković, V. Jocović, D. Drašković, "Unapređenje praktične nastave na predmetu Inteligentni sistemi na Elektrotehničkom fakultetu Univerziteta u Beogradu," *Zbornik radova konferencije "YU INFO 2021,"* pp. 197-202, Informaciono društvo Srbije, Kopaonik, Srbija, Mar. 2021.
- [16] M. Obradović, A. Srbljanović, J. Đukić, V. Jocović, M. Mišić, J. Protić, "Analiza efekata praktične nastave i ispitivanja na predmetima Programiranje 1 i Programiranje 2," XXX Skup Trendovi razvoja: "Nastavnici i saradnici kao centar promena u visokom obrazovanju," pp. 220 - 223, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Vrnjačka Banja, Feb. 2024.

## ABSTRACT

Abstract - Since the establishment of the Software Engineering (SE) study program at the School of Electrical Engineering, Belgrade on May 11, 2004 until today, this Department has grown and developed in parallel with the IT industry of the Republic of Serbia and its founding institution. It was accredited four times, in 2008, 2013, 2017 and 2024. 932 students graduated from this study program, seven of whom received their doctorates at the same School, and nine at the prestigious world universities such as MIT, EPFL, ETH Zurich and other. The number of students enrolled per year has increased from the initial 43 to 180 according to the last accreditation. In this paper, we will analyze the conditions under which the SE study program was created, the versions of the study program and the accreditation parameters through 4 accreditations, and we will especially analyze in which companies the students had their professional practice. Using ChatGPT, we analyzed the topics and technologies in which graduation theses were done, based on their titles.

## TWENTY YEARS OF DEVELOPMENT OF THE SOFTWARE ENGINEERING STUDY PROGRAM AT THE SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING IN BELGRADE THROUGH FOUR ACCREDITATIONS

Jelica Protić, Dražen Drašković, Igor Tartalja, Tamara Šekularac-Obradović, Aleksa Srbljanović, Uroš Romić, Boško Nikolić